

**PENGARUH PENAMBAHAN PLAT PENGAKU DI BADAN PADA PENGUJIAN  
TINGGI POTONGAN PROFIL (h) YANG MENGALAMI *BUCKLING* TERHADAP  
PERILAKU LENTUR PADA BALOK BAJA KASTELA (*CASTELLATED BEAM*)**

Khoiron Yistian Putra, Bambang Sabariman

Program Study S1 Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : [aan.yistian@gmail.com](mailto:aan.yistian@gmail.com)

**Abstrak**

Pada penelitian sebelumnya ada indikasi *buckling* terhadap semua benda uji balok baja kastela di tinjau berdasarkan hasil dari tiga penelitian di tahun 2012, dan setelah dianalisis menunjukkan bahwa pada penelitian Fitri Rohma Widayanti (2012:47) yang mengalami *buckling* optimal pada benda uji ke 6.

Penelitian kali ini merupakan penelitian lanjutan dengan penambahan plat pengaku yang di tempelkan di badan dengan ketebalan yang berbeda dan tepat diatas lubang, dengan harapan tegangan yang terjadi bisa terdistribusikan ke seluruh penampang dan kekuatannya akan menjadi lebih tinggi terhadap perilaku lentur pada balok kastela.

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang menguji mengenai optimalisasi perbedaan tebal plat pengaku yang di tempelkan di badan, profil yang digunakan adalah WF 200.100.5,5.8 yang akan di buat menjadi balok baja kastela sebanyak 5 benda uji. Pada eksperimen ini akan di bedakan plat pengaku dengan tebal B1= 2mm, B2 = 4mm, B3 = 6mm, B4 = 8mm, B5 = 10mm.

Dengan adanya penambahan plat pengaku di badan distribusi beban yang bisa tereduksi secara merata sampai ke bawah pada masing-masing benda uji tersebut. Benda uji 5 adalah yang paling baik dari benda uji lainnya. Kerusakan yang terjadi pada keseluruhan benda uji balok baja kastela ialah tekuk kesamping ( KIP ) bukan rusak lentur dan rusak geser, karena pada benda uji balok kastela posisi badan tidak mampu menerima beban maksimal.

**Kata kunci** : *Buckling*, kuat lentur, distribusi, lendutan

**Abstract**

On previous research there are indications of buckling against all test specimens Kastela steel beams in the review based on the results of three studies in 2012, and after analysis showed that the study Widayanti Rohma Fitri (2012:47) who experienced an optimal buckling in the test specimen to 6.

The present study is a follow-up study with the addition of the stiffener plate put on the body with different thickness and just above the hole, with the hope that voltage happens to be distributed throughout the cross section and its strength will be higher on the flexural behavior of beams Kastela.

This type of research is an experimental study that examined the optimization of the stiffener plate thickness differences in the paste in the body, WF profile 200.100.5,5.8 used is to be made into a steel beam as much as 5 objects uji. Pada Kastela this experiment will differentiate plate stiffeners with 2mm thick B1 = B2 = 4mm, 6mm B3 = B4 = 8mm, B5 = 10mm.

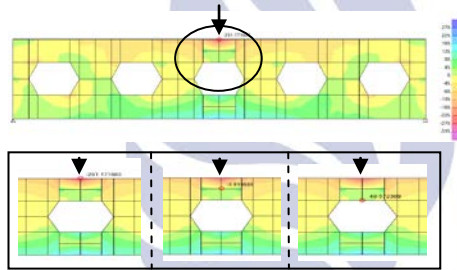
With the addition of stiffener plate load distribution in the body can be reduced down evenly to each of the test object. Specimens 5 is the most excellent of the other specimen. The damage that occurred on the steel beam specimen is bend laterally Kastela (KIP) is not damaged flexural and shear damaged, because the beam specimen Kastela body position is not capable of receiving the maximum load.

**Keywords**: buckling, flexural strength, distribution, deflection

## PENDAHULUAN

Pembangunan di Indonesia saat ini semakin maju, bahkan profil baja merupakan material pokok dalam sebuah struktur bangunan. Baja bisa digunakan sebagai balok, kolom, dan konstruksi atap. Baja mempunyai kemampuan cukup besar untuk menahan kekuatan tarik dan tekan, baja juga mempunyai perbandingan kekuatan per volume yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan-bahan lain yang umumnya dipakai.

Benda uji yang menunjukkan bahwa ada indikasi *buckling* terhadap balok baja kastela di tinjau berdasarkan hasil dari tiga penelitian di tahun 2012, dan setelah dianalisis menunjukkan bahwa pada penelitian Fitri Rohma Widayanti (2012:47) yang mengalami *buckling* optimal, dikarenakan beban tidak terdistribusikan secara langsung, sebab beban di letakkan tepat di atas lubang.



Gambar 1 Simulasi dengan SAP Versi 15

Dari gambar di atas didapat hasil analisis bahwa beban yang diberikan pada balok tidak diteruskan langsung sampai kebawah.

Penelitian kali ini merupakan penelitian lanjutan dengan penambahan plat pengaku yang di tempelkan di badan dengan ketebalan yang berbeda dan tepat diatas lubang, dengan harapan tegangan yang terjadi bisa terdistribusikan ke seluruh penampang dan kekuatannya akan menjadi lebih tinggi terhadap perilaku lentur pada balok kastela tersebut.

Tujuan penelitian ini Untuk mengetahui pengaruh perbedaan tebal plat pengaku di badan pada pengujian tinggi potongan profil (h) terhadap perilaku lentur pada balok baja kastela dan memberikan tambahan referensi bagi kalangan akademis khususnya Jurusan Teknik Sipil di UNESA serta membuktikan secara praktik tentang kebenaran ketentuan

tabel baja *castellated beam*, bukan hanya sekedar secara teori saja.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang menguji mengenai optimalisasi perbedaan tebal plat pengaku yang di tempelkan di badan pada pengujian tinggi potongan profil (h) dimana penulis membuat benda uji yang mengalami *buckling* dengan ketetapan model benda uji ke-6 dari Fitri Rohma Widayanti (2012:47). dan sudut potongan profil  $60^\circ$ . Aplikasi model *castellated beam* zig-zag horisontal, profil yang digunakan adalah WF 200.100.5,5.8 Pada eksperimen ini akan dibuat 5 benda uji baja *castellated beam* untuk meneliti optimalisasi kekuatan tegangan lentur dari *castellated beam* bila diberi tambahan plat pengaku pada benda uji yakni dengan ketebalan plat pengaku sebagai berikut : yaitu  $t_1 = 2\text{mm}$ ,  $t_2 = 4\text{mm}$ ,  $t_3 = 6\text{mm}$ ,  $t_4 = 8\text{mm}$ ,  $t_5 = 10\text{mm}$  dimana beban diletakkan diatas baja yang berlubang.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara percobaan serta pengujian bahan yang hasilnya nanti diharapkan dapat membantu untuk menyajikan penelitian. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen, metode dokumentasi, dan metode literatur atau kepustakaan.

Variabel bebas penelitian ini adalah adalah perbedaan tebal plat pengaku pada pengujian tinggi potongan profil (h) baja *castellated beam*. Variabel terikat adalah variable akibat yang keadaannya bergantung pada variable bebas, sehingga Variabel terikat adalah kekuatan lentur, pola runtuh dan geser *castellated beam*. Variable kontrolnya sudut pemotongan profil ( $\phi$ ) =  $60^\circ$ , Mutu baja ( $f_y$ ) 37, Jenis profil baja WF 200.100.5,5.8

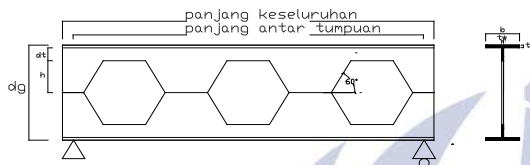
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyajian data dan analisis dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian yang ditentukan. Analisis dilakukan secara deskriptif dengan menbandingkan data teoritik dan data yang ada. Dari data pada pengujian kuat lentur baja *castellated beam* dapat dianalisis pemeriksaan bahan, kuat lentur balok, kontrol geser dan optimalisasi balok kastela (*Castellated Beam*).

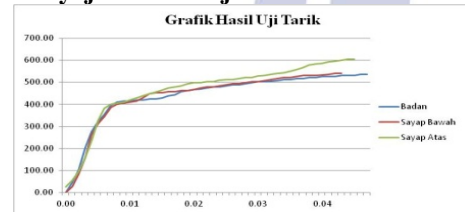
## Penyajian Terhadap Ukuran Dimensi Balok Kastela (Castellated Beam)

Tabel 1. Hasil Pengukuran Dimensi Baja Kastela (Castellated Beam)

No	Tebal Plat Pengaku (mm)	Panjang Keseluruhan (mm)	Jarak Antar Tumpuan (mm)	Tinggi (dg) (mm)	Lebar Sayap (bf) (mm)	Tebal Badan Sayap (tw) (mm)	Tinggi Potongan Profil (h) (mm)	Sudut Potongan (h) (mm)
1	Utuh	1170	1170	200	100	5.5	8	-
2	t=2mm	1030	995	298	100	5.5	8	125
3	t=4mm	1030	995	298	100	5.5	8	125
4	t=6mm	1030	995	298	100	5.5	8	125
5	t=8mm	1030	995	298	100	5.5	8	125
6	t=10mm	1030	995	298	100	5.5	8	125



Gambar 2 Dimensi Baja Kastela Penyajian Hasil Uji Tarik



Gambar 3 Grafik Tegangan dan Regangan

Dari hasil pengujian tarik baja WF 200.100.5.5.8 pada bagian badan, sayap atas, dan sayap bawah dapat diketahui mutu bajanya. Berikut table mutu bajanya:

Tabel 2 Mutu baja

No	Keterangan	$\sigma$ Leleh	$\sigma$ Runtuh
1	Badan	395.35	534.88
2	Sayap Bawah	386.05	543.26
3	Sayap Atas	381.40	604.65
	Rata-rata Fy Leleh Badan	395.35	
	Rata-rata Fy Leleh Sayap	383.72	
	Rata-rata Fy Runtuh Badan		534.88
	Rata-rata Fy Runtuh Sayap		573.95

## Kuat Lentur Balok

Perbandingan Momen teori dengan momen eksperimen Terhadap penambahan plat pengaku di badan.

Tabel 3. Hasil Pengujian Momen Leleh

Benda Uji	Bentang (L) (mm)	P leleh Eksperimen (N)	Momen Eksperimen (KNm)	Rasio (Meks/MT) (%)	Presentase Momen (%)
Utuh	1170	263504.038	77.07	63.47	121.44
t=2mm	995	465879.888	115.89	18.22	635.92
t=4mm	995	464692.933	115.6	23.43	493.40
t=6mm	995	465653.429	115.83	27.96	414.26
t=8mm	995	462912.5	115.15	31.94	360.47
t=10mm	995	464896.411	115.64	35.47	326.00

Berdasarkan hasil pengujian sebelumnya oleh Fitri Rohma Widayanti (2012;34) menunjukkan hasil momen lentur

29,38 KNm, Andis Wicaksono (2013;40)  $h = 200$  mm,  $e = 50$  mm hasil pengujian momen lentur 179,09 KNm, dan masita nurhayati (2013;35)  $h = 50$  mm,  $e = 125$  mm hasil pengujian momen lentur 95,98 KNm, sedangkan hasil pengujian momen lentur kali ini 115,89 KNm.

Perbandingan Tegangan teori dengan tegangan eksperimen Terhadap tebal plat pengaku di badan.

Tabel 4 Hasil Pengujian Tegangan Leleh

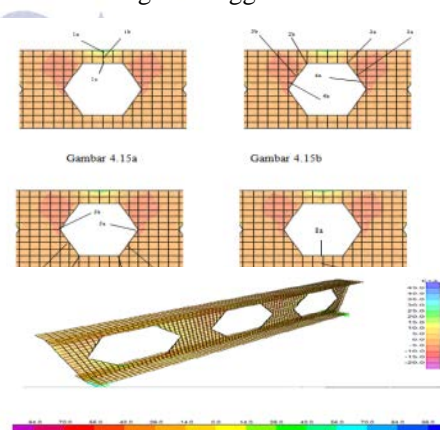
Benda Uji	Bentang (L) (mm)	Momen Eksperimen (Nmm)	Momen Teori (Nmm)	Ya Inersia (Ix) (mm <sup>4</sup> )	Momen Eksperimen (Nmm)	Tegangan Eksperimen (N/mm <sup>2</sup> )	Tegangan Teori (N/mm <sup>2</sup> )	Presentase Tegangan Eks (%)
Utuh	1170	77074931.25	63467752.96	100.0	17609323	437.69	360.42	100
t=2mm	995	115887622.10	93404190.35	140.1	42488324	382.07	307.94	87.29
t=4mm	995	115592367.01	93404190.35	132.4	42561700	359.54	290.53	82.15
t=6mm	995	115831290.53	93404190.35	125.7	42727458	340.73	274.76	77.85
t=8mm	995	115149484.4	93404190.35	119.8	43194684	319.36	259.05	72.96
t=10mm	995	115642982.2	93404190.35	114.6	43705864	303.18	244.88	69.27

Berdasarkan hasil pengujian sebelumnya oleh Fitri Rohma Widayanti (2012;37) hasil pengujian tegangan leleh 122.15 N/mm<sup>2</sup>, Andis Wicaksono (2013;40) hasil pengujian tegangan leleh 434.4 N/mm<sup>2</sup>, dan Masita Nurhayati (2013;35) hasil pengujian tegangan leleh 415.88 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan penelitian kali ini tegangan leleh tekan rata-rata 340.97 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan hasil pengujian tegangan leleh tarik rata-rata 380.61 N/mm<sup>2</sup>.

Semakin besar momen inersia maka semakin kecil tegangannya, karena rumus tegangan berbanding terbalik dengan momen inersia.

## Analisis dengan SAP 2000

Analisis dengan menggunakan SAP 2000



Gambar 4 Tegangan Benda Uji T = 6 mm (SAP 2000)



Tabel 5. Perbedaan Tegangan Simulasi SAP

Titik Beban	Hasil SAP Tanpa	Hasil Sap Menggunakan
Yang Sama	Plat Pengaku (N/mm <sup>2</sup> )	Plat Pengaku (N/mm <sup>2</sup> )
Titik 1a	6170.76	6263.06
Titik 1b	516.61	3781.93
Titik 1c	2090.17	46845.45
Titik 2a	132.32	2529.55
Titik 2b	136.32	2356.86
Titik 3a	32.62	-8.35
Titik 3b	33.91	-8.34
Titik 4a	-18.2	104.79
Titik 4b	-20.4	104.79
Titik 5a	-247.92	-1744.08
Titik 5b	-249.8	-1697.58
Titik 6a	60.2	55.7
Titik 6b	62.4	55.72
Titik 7a	816.48	4667.64
Titik 7b	822.61	4667.49
Titik 8a	1043.6	5658.37
Titik 8b	938.4	4135.77
Titik 8c	661.81	3694.04

Berdasarkan analisis di atas dapat disimpulkan bahwa pada balok baja kastela yang diberi plat pengaku di badan, beban vertikal sudah ditransfer ke seluruh penampang baja. Tampak bahwa suatu balok merupakan kombinasi antara elemen yang tertekan dengan elemen yang tertarik. Pada benda uji tanpa rib mengalami runtuh lentur, sedangkan balok baja kastela menggunakan plat pengaku terjadi runtuh geser atau tekuk kesamping (KIP).

#### Hasil Kontrol Geser.

Semua elemen struktur balok, baik struktur beton maupun baja, tidak lepas dari masalah geser.

Tabel 6. Kontrol Geser pada Bagian Berlubang

Benda	Bentang	Momen	P runtuh			Selisi	Keterangan
Uji	(L)	Inersia (I <sub>x</sub> )	Eksperimen	V <sub>u</sub>	V <sub>n</sub> Total	V <sub>n</sub> - V <sub>u</sub>	
	(mm)	(mm <sup>4</sup> )	(KN)	(KN)	(KN)		
Utuh	1170	17609323	409769.678	204.88	581.84	376.95	V <sub>u</sub> ≤ V <sub>n</sub> (geser aman)
t=2mm	995	42488324	709508.6091	354.75	516.65	161.89	V <sub>u</sub> ≤ V <sub>n</sub> (geser aman)
t=4mm	995	42561700	716497.858	358.25	517.88	159.63	V <sub>u</sub> ≤ V <sub>n</sub> (geser aman)
t=6mm	995	42727458	720702.9598	360.35	520.34	159.99	V <sub>u</sub> ≤ V <sub>n</sub> (geser aman)
t=8mm	995	43194684	722091.9466	361.05	520.34	159.29	V <sub>u</sub> ≤ V <sub>n</sub> (geser aman)
t=10mm	995	43705864	722091.9466	361.05	516.65	155.60	V <sub>u</sub> ≤ V <sub>n</sub> (geser aman)

Keterangan :

P<sub>Eks</sub> : Beban Hasil Eksperimen

V<sub>u</sub> : Gaya Lintang Analisis Statik

V<sub>n</sub> : Kuat Geser Nominal :  $0,6 \times f_y \times d_t \times t_w$

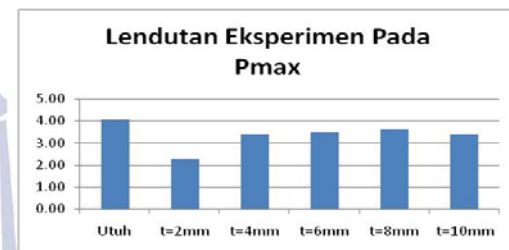
#### Hasil Lentutan

Tabel 7. Hasil Pengujian Lentutan Eksperimen pada P Maksimal

Benda	Bentang	P Maksimal	Lentutan	Rasio	
Uji	(L)	Eksperimen	Eksperimen	Lentutan Terhadap	Rasio
	(mm)	(N)		Bentang	
Utuh	1170	409769.678	4.05	0.003	1/289 L
t=2mm	995	709508.6091	2.25	0.002261307	1/167 L
t=4mm	995	716497.858	3.39	0.003	1/371 L
t=6mm	995	720702.9598	3.49	0.004	1/181 L
t=8mm	995	722091.9466	3.64	0.004	1/215 L
t=10mm	995	722091.9466	3.41	0.003	1/868 L

Tabel 8. Hasil Pengujian Lentutan Teori P

Benda	K	Lentutan Max	E	I	Ateori	Rasio
Uji	1/L	L/240	N/mm <sup>2</sup>	mm <sup>4</sup>		
Utuh	15050.7	4.88	45580.808	17609322.67	17.03	1/69 L
t=2mm	42701.83	4.15	45580.808	42488323.83	7.52	1/64 L
t=4mm	42775.58	4.15	45580.808	42561699.58	7.58	1/69 L
t=6mm	42942.2	4.15	45580.808	42727458.08	7.59	1/87 L
t=8mm	43411.74	4.15	45580.808	43194684.08	7.53	1/86 L
t=10mm	43925.49	4.15	45580.808	43705864.08	7.44	1/82 L



Gambar 5 Grafik Lentutan Eksperimen Terhadap Bentang pada Beban Maksimal



Gambar 6 Grafik Lentutan Teori Terhadap Bentang pada Beban Maksimal

Pada beban maksimal grafik yang dihasilkan dari data eksperimen hasilnya naik turun tidak beraturan. Namun setelah dilakukan perhitungan secara teoritis sebagai penguatan data penelitian, hasil dari grafik lentutan dan rasio lentutan terhadap bentang cenderung merata karena nilai kenaikannya tidak terlalu besar atau hampir sama pada balok kastela.

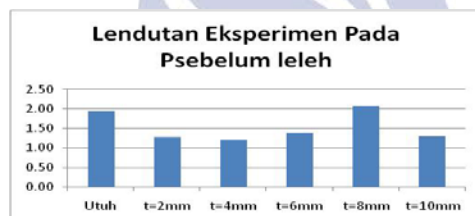
Jadi berdasarkan analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa besar kecilnya nilai lentutan dipengaruhi oleh tingkat kekuatan dan kekakuan benda uji yang berkaitan dengan besarnya momen inersia. Semakin besar momen inersia maka semakin kecil lentutannya, sehingga baja kastela akan semakin kaku. Selain itu ketebalan plat pengaku di badan, juga mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap lentutan. Dimana plat pengaku yang paling tebal maka paling kecil lentutan yang di hasilkan.

Tabel 9. Hasil Pengujian Lendutan Eks pada P sebelum leleh

Benda Uji	Bentang (L)	P Sebelum Leleh (N)	Lendutan Eksperimen	Rasio Lendutan Terhadap Bentang	Rasio
Utuh	1170	292499.66	1.94	0.002	1/603 L
t=2mm	995	321290.87	1.27	0.001	1/350 L
t=4mm	995	321290.87	1.21	0.001	1/552 L
t=6mm	995	368988.22	1.40	0.001	1/358 L
t=8mm	995	374893.93	2.08	0.002	1/350 L
t=10mm	995	307402.83	1.29	0.001	1/962 L

Tabel 10. Hasil Pengujian Lendutan Teori pada P sebelum leleh

Benda Uji	K	Lendutan Max	E	I	Δteori	Rasio
	1/L	L/240	N/mm <sup>2</sup>	mm <sup>4</sup>		
Utuh	15050.7	4.88	45580.808	17609322.67	12.16	1/89 L
t=2mm	46838.86	4.15	45580.808	46604666.22	3.10	1/80 L
t=4mm	52752.67	4.15	45580.808	52488907.02	2.76	1/92 L
t=6mm	58226.4	4.15	45580.808	57935275.38	2.8675792	1/102 L
t=8mm	63290.5	4.15	45580.808	62974043.93	2.68	1/101 L
t=10mm	67977.96	4.15	45580.808	67638072.36	2.05	1/105 L



Gambar 7 Grafik Lendutan Eks Terhadap Bentang pada Beban Sebelum Leleh



Gambar 8 Grafik Lendutan Teori Terhadap Bentang pada Beban Sebelum Leleh

Pada beban sebelum leleh grafik yang dihasilkan dari data eksperimen hasilnya naik turun tidak beraturan. Bila dilihat dari rasio bentang terhadap lendutanya baja kastela terbukti lebih kaku dibanding dengan utuh karena nilai lendutannya lebih kecil.

Jadi berdasarkan analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa besar kecilnya nilai lendutan dipengaruhi oleh tingkat kekuatan dan kekakuan benda uji yang berkaitan dengan besarnya momen inersia. Semakin besar momen inersia maka semakin kecil

lendutannya, sehingga baja kastela akan semakin kaku.

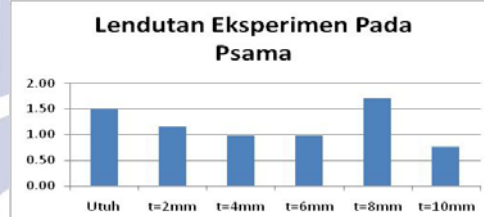
Berdasarkan beberapa analisis di atas, didapat bahwa penambahan tebal plat pengaku di badan pada baja kastela dapat mengurangi nilai geser dan lentur dari penelitian sebelumnya.

Tabel 11. Hasil Pengujian Lendutan Eks pada Beban Yang Sama

Benda Uji	Bentang (L)	P beban yang sama (N)	Lendutan Eksperimen	Rasio Lendutan Terhadap Bentang	Rasio
Utuh	1170	228912.77	1.49	0.001	1/785 L
t=2mm	995	228912.77	1.16	0.001	1/396 L
t=4mm	995	236740.64	0.97	0.001	1/765 L
t=6mm	995	218038.50	0.97	0.001	1/516 L
t=8mm	995	228196.30	1.71	0.002	1/468 L
t=10mm	995	198907.71	0.77	0.001	1/1488 L

Tabel 12. Hasil Pengujian Lendutan Teori pada Beban Yang Sama

Benda Uji	K	Lendutan Max	E	I	Δteori	Rasio
	1/L	L/240	N/mm <sup>2</sup>	mm <sup>4</sup>		
Utuh	15050.7	4.88	45580.808	17609322.67	9.52	1/114 L
t=2mm	46838.86	4.15	45580.808	46604666.22	2.21	1/94 L
t=4mm	52752.67	4.15	45580.808	52488907.02	2.03	1/125 L
t=6mm	58226.4	4.15	45580.808	57935275.38	1.69	1/173 L
t=8mm	63290.5	4.15	45580.808	62974043.93	1.63	1/166 L
t=10mm	67977.96	4.15	45580.808	67638072.36	1.32	1/163 L



Gambar 9 Grafik Lendutan Eks Terhadap Bentang pada Beban yang Sama



Gambar 10 Grafik Lendutan Teori Terhadap Bentang pada Beban yang Sama

Pada beban yang sama grafik yang dihasilkan dari data eksperimen hasilnya naik turun tidak beraturan. Namun setelah dilakukan perhitungan secara teoritis sebagai penguatan data penelitian, hasil dari grafik lendutan dan rasio lendutan terhadap bentang cenderung merata karena nilai kenaikannya

tidak terlalu besar atau hampir sama pada balok kastela

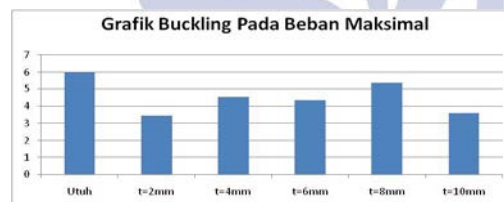
Jadi berdasarkan analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa besar kecilnya nilai lendutan dipengaruhi oleh tingkat kekuatan dan kekakuan benda uji yang mana berkaitan dengan besarnya momen inersia. Semakin besar momen inersia maka semakin kecil lendutannya. Sehingga pengaruhnya dapat mengurangi geser dan lentur pada penelitian sebelumnya.

### Pergoyangan (*buckling*)

Untuk menganalisis bahwa ada indikasi terjadi *buckling* pada pengujian, maka dari pembacaan *dial gauge* 5 didapat data untuk pengujian sebagai berikut:

Tabel 13. Tabel hasil Pengujian *Buckling* pada P Maksimal

Benda Uji	P Eksperimen (kN)	Pergoyangan
Utuh	409769.678	6
t=2mm	709508.6091	3.43
t=4mm	716497.858	4.52
t=6mm	720702.9598	4.35
t=8mm	722091.9466	5.37
t=10mm	721164.4362	3.58

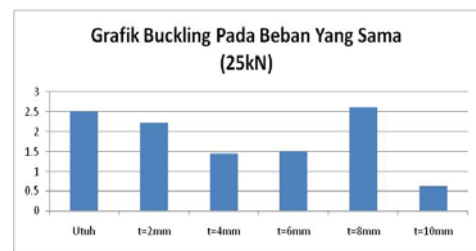


Gambar 11 Grafik *Buckling* pada Beban Maksimal

Pada pembacaan beban maksimal Nilai *buckling* berbanding lurus dengan lendutannya, semakin besar lendutannya maka semakin besar juga *buckling*nya. Pada benda uji 5 nilai *buckling* naik secara drastis, mungkin terjadi kesalahan dalam pembacaan.

Tabel 14. Tabel hasil Pengujian *Buckling* pada Beban Yang Sama

Benda Uji	P Eksperimen (kN)	Pergoyangan
Utuh	314764.1761	2.51
t=2mm	307299.4131	2.23
t=4mm	309409.02	1.46
t=6mm	307499.0878	1.51
t=8mm	309409.02	2.61
t=10mm	304988.8912	0.625



Gambar 12 Grafik *Buckling* pada Beban Yang Sama

Pada pembacaan beban yang sama hasil penggoyangannya turun secara berkala, nilai *buckling* berbanding lurus dengan lendutannya, semakin besar lendutannya maka semakin besar juga *buckling*nya. Benda uji 5 (t=8mm) nilai pergoyangannya sangat tinggi kemungkinan disebabkan ada kesalahan pembacaan dial pada saat pengujian dilapangan, sedangkan benda uji 6 nilai *buckling*nya turun drastis.

Berdasarkan data hasil pengujian dan hasil analisis di atas didapat bahwa untuk keamanan *buckling* tersebut terindikasi bahwa penambahan plat pengaku di badan pada tinggi pemotongan profil (h) pada balok baja kastela pengaruhnya dapat mengurangi nilai *buckling* yang tinggi dari penelitian sebelumnya dan lebih baik dari benda uji utuh.

### Pertambahan Panjang

Pembacaan *dial gauge* 1 didapat data pertambahan panjang sebagai berikut:

Tabel 15. Tabel hasil Pengujian Pertambahan Panjang pada P Maksimal

Benda Uji	P Eksperimen (kN)	Pertambahan Panjang	Rasio $\Delta L/L$
Utuh	409769.678	0.182	0.00016
t=2mm	709508.6091	0.17	0.00017
t=4mm	716497.858	0.079	0.00008
t=6mm	720702.9598	0.111	0.00011
t=8mm	722091.9466	0.049	0.00005
t=10mm	721164.4362	0.051	0.00005

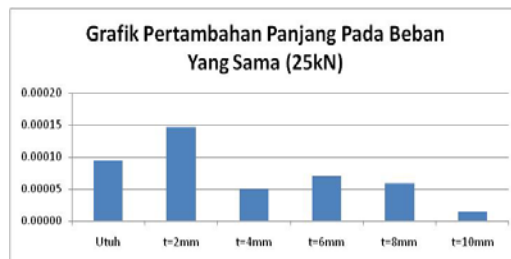


Gambar 13 Grafik Pertambahan Panjang pada Beban Maksimal



Tabel 16. Tabel hasil Pengujian Pertambahan Panjang pada Beban Yang Sama

Benda Uji	P Eksperimen (kN)	Pertambahan Panjang	Rasio $\Delta L/L$
Utuh	314764.1761	0.11	0.00009
t=2mm	307299.4131	0.15	0.00015
t=4mm	309409.02	0.051	0.00005
t=6mm	307499.0878	0.072	0.00007
t=8mm	309409.02	0.06	0.00006
t=10mm	304988.8912	0.014	0.00001



Gambar 14 Grafik Pertambahan Panjang pada Beban Yang Sama

Dengan adanya plat pengaku di badan sehingga beban bisa terdistribusi sampai ke bawah, sehingga dapat mengurangi pertambahan panjang pada benda uji penelitian sebelumnya yg tidak beraturan. Berdasarkan hasil data dan analisis di atas, indikasi bahwa penambahan plat pengaku di badan pengaruhnya tidak terlalu besar, karena pada waktu beban maksimal seluruh bebenda uji mengalami tekuk samping ( KIP ).

#### Rekapitulasi Data Pengujian

Untuk mengetahui hasil rekapitulasi data hasil pengujian masing – masing benda uji dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 17. Tabel hasil Pengujian

No	Keterangan/Benda uji	Benda uji 1 t = 2	Benda uji 2 t = 4	Benda uji 3 t = 6	Benda uji 4 t = 8	Benda uji 5 t = 10
1	Momen leleh Eks (KN/mm)	120.08	119.77	120.02	119.31	119.82
2	Momen runtuh Eks (KN/mm)	176.49	178.23	179.27	179.62	179.39
3	Tegangan leleh tekan (N/mm <sup>2</sup> )	382.07	359.54	340.73	319.36	303.18
4	Tegangan leleh tarik (N/mm <sup>2</sup> )	361.03	376.77	389.05	389.68	395.56
5	Tegangan runtuh tekan (N/mm <sup>2</sup> )	581.86	554.37	527.35	498.17	470.30
6	Tegangan runtuh tarik (N/mm <sup>2</sup> )	541.18	583.87	605.22	618.32	625.65
7	Lendutan P maksimal (mm)	2.25	3.39	3.49	3.64	3.41
8	Lendutan P sebelum leleh (mm)	1.16	0.97	0.97	1.71	0.77
9	Lendutan P yang sama (mm)	1.27	1.21	1.40	2.08	1.29
10	Buckling P maksimal (mm)	3.43	4.52	4.35	5.37	3.58
11	Buckling P yang sama (mm)	2.23	1.46	1.51	2.61	0.625
12	Pertambahan panjang P max (mm)	0.17	0.079	0.111	0.049	0.051
13	Pertambahan panjang P yang sama (mm)	0.15	0.051	0.072	0.06	0.014

#### Optimalisasi balok kastela (*castellated beam*)

Berdasarkan hasil analisis di atas, optimalisasi kuat lentur pada penelitian ini sudah tercapai. Hal ini akibat adanya penambahan plat pengaku di badan, menyebabkan distribusi beban bisa tereduksi secara merata sampai ke bawah untuk semua benda uji. Kerusakan yang terjadi pada keseluruhan benda uji balok baja kastela ialah tekuk kesamping ( KIP ) bukan rusak lentur dan rusak geser, karena pada benda uji balok kastela posisi badan tidak mampu menerima beban maksimal.

#### PENUTUP

##### Kesimpulan

1) Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi leleh ketebalan plat pengaku berpengaruh untuk menahan momen yang diterimanya. Kondisi ini dapat di buktikan setelah penambahan tebal plat pengaku pada badan profil didapat momen inersianya yang semakin besar sehingga nilai tegangan leleh eksperimennya semakin kecil. Hal ini bebanding terbalik Pada momen teori semakin tebal plat pengaku nilai momennya semakin besar, sedangkan nilai momen eksperimen rata-rata sama. Sehingga pada benda uji ketebalan plat pengaku 8 dan 10 momen teori lebih besar dari pada tegangan leleh.

2) Berdasarkan data hasil penelitian menunjukkan bahwa pada beban yang sama tebal plat pengaku pengaruhnya sangat sedikit. Semakin tebal plat pengaku nilai lendutannya hampir sama besar.

3) Penambahan plat pengaku dibadan dengan penempatan pembebanan pada bagian berlubang cenderung terjadi tekuk kesamping ( KIP ) bukan lentur atau geser, karena dengan adanya penambahan plat pengaku dibadan pada bagian berlubang gaya tekan dapat terdistribusi secara merata sampai kebawah.

4) Berdasarkan hasil analisis diatas,Optimalisasi benda uji kuat lentur ada pada keseluruhan benda uji. Hal ini terlihat dari distribusi beban yang bias tereduksi secara merata sampai ke bawah, dan keseluruhan benda uji balok kastela mengalami kerusakan tekuk kesamping ( KIP ) bukan rusak lentur atau rusak geser.

5) Castllated dengan penambahan plat pengaku dibadan lebih optimal dibanding castllated tanpa plat pengaku, hal ini

dikarenakan semua benda uji mengalami tekuk kesamping pada badan, bukan rusak lentur atau rusak geser. Hal ini terbukti dengan besarnya gaya lintang dari pembebanan ( $V_u$ ) lebih kecil kuat geser nominal ( $V_n$ ), atau dengan persamaan  $V_u \leq V_n$  sebagai kuat geser telah terpenuhi.

#### Saran

1. Pada penelitian berikutnya sebaiknya pembacaan dial gauge pada saat pengujian lebih teliti dan konsentrasi tinggi supaya data yang di hasilkan bisa lebih maksimal.
2. Pada penelitian berikutnya sebaiknya pembaca dial pada saat pengujian tidak bergantian / pindah dari satu dial ke dial lainnya.
3. Pada penelitian berikutnya sebaiknya pada ujung benda uji diberi plat kopel untuk menghindari terjadinya tekuk samping ( KIP ).
4. Pada struktur atap bangunan gedung yang bentangnya lebih dari 10 meter sebaiknya menggunakan balok baja kastela, karena berdasarkan penelitian ini tidak ada indikasi runtuh geser pada balok baja kastela, disamping itu juga lebih kuat dan hemat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amon, Rene dan Knobloch Atanu Mazumder, Bruce.1999. *Perencanaan Konstruksi Baja Untuk Insinyur Dan Arsitek*  
2.Jakarta:PT. AKA
- Suprpto. 2005. Panduan Uji Bahan Bangunan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Universitas Negeri Surabaya.
- Suprpto. 2005. Metode Eksperimen Struktur. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Universitas Negeri Surabaya.
- Hosain. M.U., and Spiers. W.G. Experiments on castellated steel beams. J. American Welding Society, Welding Research Supplement, 52:8, 329S-342S. 1973.
- L. Amayreh and M. P. Saka Department of Civil Engineering, University of Bahrain. Failure load prediction of castellated beams Using artificial neural networks. 2005.
- Nethercot. D.A., and Kerdal. O. Laterai-torsional buckling of castellated beams Struct. Engr~ 60B:3, 53-61 . 1983
- Fitri rohma widayanti. 2012 Pengaruh perbedaan tinggi potongan profil (h) Terhadap Optimalisasi Kekuatan tegangan lentur balok kastela (*Castellated Beam*), jika beban di letakan di atas

penampang yang tidak berlubang. Unesa : *Skripsi* tidak diterbitkan.

Tim Penyusun.2006.Panduan penulisan dan Penilaian Skripsi Universitas Negeri Surabaya. Surabay. Universitas Negeri Surabaya.